

CASK AND ITS MANUFACTURING METHOD

Patent number: JP2002055195
Publication date: 2002-02-20
Inventor: OSONO MASANARI; OTA HIDEYUKI; NAJIMA KENJI;
ITO TOMOHIRO; OKAME SHINJI
Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD
Classification:
- **International:** G21F5/008; G21C19/06; G21C19/32; G21F9/36
- **European:**
Application number: JP20000244367 20000811
Priority number(s):

Abstract of JP2002055195

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cask and its manufacturing method capable of securing a margin for expansion of a neutron shield by a simple work.

SOLUTION: This cask 1 is equipped with a barrel body 5, an outer cylinder 6, a resin 13 serving as a neutron shield to shield a neutron in a space 11 divided by heat transmitting fins 10 serving as a heating element, and a structural body 12 provided side by side on at least one side of the resin 13 while forming the expansion space of the resin 13. In this structure, a margin for expansion of the resin 13 can be easily secured by disposing the structural body 12 relative to the space 11 by pasting and disposing the resin 13 relative to the structural body 12.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

BEST AVAILABLE COPY

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-55195

(P2002-55195A)

(43) 公開日 平成14年2月20日 (2002.2.20)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 2 1 F 5/008		G 2 1 C 19/32	W
G 2 1 C 19/06		G 2 1 F 9/36	5 0 1 J
19/32		5/00	F
G 2 1 F 9/36	5 0 1	G 2 1 C 19/06	U

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-244367 (P2000-244367)

(22) 出願日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 大岡 勝成

神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三

菱重工業株式会社神戸造船所内

(72) 発明者 太田 英之

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明 (外1名)

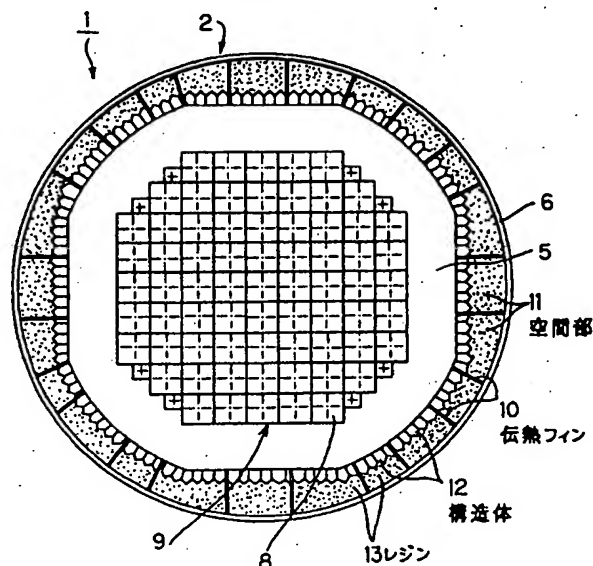
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 キャスクおよびキャスクの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 簡易な作業によって中性子遮蔽体の膨張代を確保すること等のできる、キャスクおよびキャスクの製造方法を提供する。

【解決手段】 キャスク1は、胴本体5、外筒6、および伝熱体としての伝熱フィン10にて区画された空間部11には、中性子を遮蔽する中性子遮蔽体としてのレジン13と、このレジン13の膨張空間を形成するもので、当該レジン13の少なくとも一側方に並設された構造体12とを備える。このような構成によれば、空間部11に対して構造体12を貼り合わせ等によって配置し、この構造体12に対してレジン13を配置することによって、レジン13の膨張代を容易に確保することができる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 使用済み核燃料集合体を収めるバスケットを収容すると共にγ線を遮蔽する円筒状の胴本体と、この胴本体の外周を覆う円筒状の外筒と、これらの胴本体と外筒の相互間に所定間隔で配置された複数の伝熱体とを備え、胴本体、外筒、および各伝熱体にて区画された空間部には、中性子を遮蔽する中性子遮蔽体と、この中性子遮蔽体の少なくとも一側方に並設された構造体と、を備えて構成されたことを特徴とするキャスク。

【請求項2】 構造体を中性子遮蔽体の膨張空間よりも広面に形成し、この空間部保持体の一部に中性子遮蔽体を配置したことを特徴とする請求項1に記載のキャスク。

【請求項3】 構造体を熱伝導性のある材質にて形成し、この構造体を胴本体と外筒との全域に配置したことを特徴とする請求項1または2に記載のキャスク。

【請求項4】 構造体を胴本体と外筒に対して接触させたことを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載のキャスク。

【請求項5】 構造体をハニカム構造としたことを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載のキャスク。

【請求項6】 構造体を、アルミニウム系材、炭素繊維強化プラスチック、または、これらの複合材にて形成したことを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載のキャスク。

【請求項7】 使用済み核燃料集合体を収めるバスケットを収容すると共にγ線を遮蔽する円筒状の胴本体の外周面に、複数の伝熱体を所定間隔で固定する第1の工程と、

第1の工程の後、上記複数の伝熱体の相互間に、中性子遮蔽体の膨張空間を形成するための構造体を配置する第2の工程と、

第2の工程の後、上記構造体の外周を円筒状の外筒にて覆う第3の工程と、

第3の工程の後、胴本体、外筒、および各伝熱体にて区画された空間部に、少なくとも構造体の一部と中性子遮蔽体とが並設されるように、中性子を遮蔽する中性子遮蔽体を配置する第4の工程と、

を備えることを特徴とするキャスクの製造方法。

【請求項8】 構造体は、胴本体、外筒、および各伝熱体にて区画された空間部に略対応する形状に形成され、上記第4の工程において、構造体の端面の全部または一部を封止した後、当該構造体に中性子遮蔽体を配置することを特徴とする請求項7に記載のキャスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、燃焼を終えた使用済み核燃料集合体を収容するキャスクに関するもので

あって、特に、中性子の遮蔽構造や熱伝導構造等に特徴を有するキャスクおよびキャスクの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 核燃料サイクルの終期にあつて燃焼を終え使用できなくなった核燃料集合体を、使用済み核燃料という。この使用済み核燃料は、核分裂性物質および核分裂生成物などを含んでおり崩壊熱を発生することから熱的に冷却する必要がある、原子力発電所の冷却ピット内で所定期間（たとえば、1～3年間）冷却される。その後、使用済み核燃料は、放射能の遮蔽容器であるキャスクに収容され、所定の貯蔵室内において長期に渡って貯蔵される。

【0003】 このようなキャスクの従来例としては、

「原子力eye」（平成10年4月1日発行：日刊工業出版プロダクション）や特開昭62-242725号公報などにて様々な種類のものが開示されている。以下に本発明の開発にあたり、その前提となったキャスクについて説明する。なお、当該キャスクは、説明の便宜のために示すものであり、いわゆる公知、公用に該当するものではない。

【0004】 図16は従来のキャスクの正面図、図17は図16のキャスクの長手中央付近における径方向断面図である。これら図16、17に示すように、キャスク100は、筒形状のキャスク本体101と、その一端の蓋部102、および他端の底板103とを備えて構成されている。このうち、キャスク本体101は、図17に示すように、円筒状の胴本体104と、この胴本体104の外周全体を覆う外筒105を備えて構成されている。これら、胴本体104および外筒105はγ線遮蔽体である炭素鋼製の鍛造品である。

【0005】 そして、これら胴本体104と外筒105との間には、図17に示すように、熱伝導を行う複数の伝熱フィン106がほぼ一定間隔で設けられている。各伝熱フィン106は、銅にて形成された板状体であり、その一方の側辺を胴本体104の外周面に、その他方の側辺を外筒105の内周面に溶接等の方法により固定されている。そして、胴本体104に収容した使用済み核燃料集合体から発生した崩壊熱が、これら複数の伝熱フィン106を介して外筒105に伝導され、この外筒105から周囲雰囲気中に輻射および対流により放熱される。また、これら胴本体104、外筒105、および複数の伝熱フィン106にて区画された複数の空間部107には、そのほぼ全域に、中性子遮蔽体であるレジン108が充填されている。

【0006】 なお、胴本体104の内部には、複数の角パイプ109を束状に組み合わせて構成されたバスケット110が設けられている。この角パイプ109は、その内部に挿入した使用済み核燃料集合体が臨界に達しないように中性子吸収材（ボウ素：B）を混合したアルミニウム合金から形成されている。

【0007】このような構造を備えるキャスク100の製造は、以下に行なわれていた。まず、胴本体104の外周面に伝熱フィン106を所定間隔で溶接固定する。次に、胴本体104を外筒105にて覆い、伝熱フィンと外筒内面を溶接固定する。そして、伝熱フィン106等にて区画された空間部107に、レジン108を鋳込み、固化させていた。ここで、レジン108を鋳込む前に、空間部107にはカオウル（セラミック系の断熱綿）等を貼り付けていた。これは、胴本体104からの熱によってレジン108が熱膨張するため、この膨張代（ボイド層）を確保する必要があるからである。この膨張代を図17において符号111にて示す（レジン108と外筒105との間が膨代111）。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のキャスクにおいて、胴本体104、外筒105、および伝熱フィン106にて区画された狭い空間部107にカオウル等を貼り付ける作業は非常に困難であり、キャスク100の製造コストを上昇させる一因となっていた。したがって、簡易な作業によって、レジン108等の中性子遮蔽体の膨張代を形成する構造および製造方法が要望されていた。

【0009】この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、簡易な作業によって中性子遮蔽体の膨張代を確保すること等のできる、キャスクおよびキャスクの製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、請求項1にかかるキャスクは、使用済み核燃料集合体を収めるバスケットを收容すると共にγ線を遮蔽する円筒状の胴本体と、この胴本体の外周を覆う円筒状の外筒と、これらの胴本体と外筒の相互間に所定間隔で配置された複数の伝熱体とを備え、胴本体、外筒、および各伝熱体にて区画された空間部には、中性子を遮蔽する中性子遮蔽体と、この中性子遮蔽体の少なくとも一側方に並設された構造体と、を備えて構成されている。

【0011】このような構成においては、胴本体、外筒、および各伝熱体にて区画された空間部に対して構造体を貼り合わせ等によって配置し、この構造体に対してレジン等の中性子遮蔽体を配置することによって、中性子遮蔽体の膨張代を確保することができる。この構造体は、従来のカオウル等とは異なり、構造体たり得る一定の剛性を有するものであるため、伝熱体等による空間部に配置することが容易である。したがって、従来に比べて、膨張代を容易に形成することができ、キャスクの製造コストを低減することができる。ここで、構造体としては、レジン等の中性子遮蔽体を空間部内に配置する際の押圧力に抗して所定の膨張代を確保し得る強度を備え、かつ、中性子遮蔽体が熱膨張した際にはこの膨張力に屈して当該中性子遮蔽体の膨張を許容し得る強度を備

える全ての構造体を用いることができ、たとえば、ハニカム構造の中空円筒等を用いることができる。

【0012】また、請求項2にかかるキャスクは、構造体を中性子遮蔽体の膨張空間よりも広面に形成し、この空間部保持体の一部に中性子遮蔽体を配置したことを特徴として構成されている。

【0013】すなわち、構造体は少なくともその一部を中性子遮蔽体に並設されるものであればよく、膨張空間に対応した幅に形成されて中性子遮蔽体の側方のみ配置される場合の他、膨張空間よりも広面に形成されてその一部分に中性子遮蔽体が配置されてもよい。特に、後者の場合には、広面に形成した構造体によって熱伝導を行なうことができ、構造体の機能として、膨張空間を形成する以外の付加価値を設けることができる。このような例としては、ハニカム構造の中空円筒の一部のセルに、レジン等を鋳込む場合が挙げられる。なお、広面とは、後述する幅方向の寸法と、奥行き方向の寸法のいずれか一方または両方が大きいことを意味する。

【0014】また、請求項3にかかるキャスクは、構造体を熱伝導性のある材質にて形成し、この構造体を胴本体と外筒との全域に配置したことを特徴として構成されている。

【0015】この場合には、胴本体と外筒とを固定するフィンを必要最小限とした状態で、胴本体熱の放熱とレジン熱の放熱とを構造体を介して行なうことができる。

【0016】また、請求項4にかかるキャスクは、構造体を、胴本体と外筒に対して接触させたことを特徴として構成されている。

【0017】この場合には、胴本体の熱が構造体に伝導されると共に、構造体の熱が外筒に伝導されるので、この構造体を介して胴本体と外筒との間の熱伝導を促進することができる。したがって、伝熱体のみにて伝熱を行なう場合に比べて、キャスク全体の放熱性が向上する。また、構造体によって胴本体と外筒との間隔が一定に支持され、キャスク全体の剛性が向上する。

【0018】また、請求項5にかかるキャスクは、構造体を、ハニカム構造としたことを特徴として構成されている。

【0019】構造体の構造は、上述のような所要の強度を得ることができる限りにおいて任意であるが、ハニカム構造とした場合には構造体を軽量かつ高剛性に行なうことができる。なお、ハニカム構造とは、ほぼ同一横断面形状のセルを複数隣接させた構造を意味し、各セルが六角形である場合の他、方形である場合等を含む。

【0020】また、請求項6にかかるキャスクは、構造体を、アルミニウム系材、炭素繊維強化プラスチック、または、これらの複合材にて形成したことを特徴として構成されている。

【0021】構造体の材質は、上述のような所要の強度を得ることができる限りにおいて任意であるが、これら

アルミニウム系材や炭素繊維強化プラスチック（CFRP）にて形成した場合には、軽量かつ高熱伝導率の構造体を形成することができ、キャスク全体の軽量化や放熱性の向上を図ることができる。特に、CFRPの樹脂成分に含まれる水素によって中性子の減速作用を得ることができる。ただし、一般に、高い熱伝導率を有するCFRPは高価であるため、このCFRPを極力減らす代わりに、その分の熱伝導を、軽量で熱伝導率が高いアルミニウム系材にて行なうことができる。

【0022】また、請求項7にかかるキャスクの製造方法は、使用済み核燃料集合体を収めるバスケットを収容すると共に、線を遮蔽する円筒状の胴本体の外周面に、複数の伝熱体を所定間隔で固定する第1の工程と、第1の工程の後、上記複数の伝熱体の相互間に、中性子遮蔽体の膨張空間を形成するための構造体を配置する第2の工程と、第2の工程の前後いずれかに、胴本体の外周を円筒状の外筒にて覆う第3の工程と、第3の工程の後、胴本体、外筒、および各伝熱体にて区画された空間部に、少なくとも構造体の一部と中性子遮蔽体とが並設されるように、中性子を遮蔽する中性子遮蔽体を配置する第4の工程とを備えることを特徴とする。

【0023】これは構造体を用いたキャスクの製造方法の一例を示すものであり、この方法によれば、伝熱体を胴本体に固定した後、外筒を胴本体に被せる前後いずれかの時点において空間部に構造体を配置することにより、容易に膨張空間を形成することができる。

【0024】また、請求項8にかかるキャスクの製造方法は、構造体は、胴本体、外筒、および各伝熱体にて区画された空間部に略対応する形状に形成され、上記第4の工程において、構造体の端面の全部または一部を封止した後、当該構造体に中性子遮蔽体を配置することを特徴とする。

【0025】この方法によれば、中性子遮蔽体が構造体に入り込む可能性がある場合に、この中性子遮蔽体を配置する前に、構造体の端面を封止することにより、中性子遮蔽体の流入を容易に防止することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかるキャスクの実施の形態につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。ただし、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0027】（実施の形態1）図1は実施の形態1にかかるキャスクの正面図、図2は図1のキャスクの一部を破断した状態の斜視図、図3は図1のキャスクの縦断面図、図4は図1のA-A矢視断面図、図5は図1のB-B矢視断面図、図6は図1のC-C矢視断面図、図7はレジン casting 前の図4の要部拡大図、図8はレジン casting 後の図4の要部拡大図である。本実施の形態は概略的に、胴本体の近傍にのみ構造体を配置したキャスクおよびキャスクの製造方法にかかるものである。

【0028】図1、2に示すように、キャスク1は、円筒形状のキャスク本体2と、その上端の蓋部3、および下端の底板4とを備えて構成されている。キャスク本体2および底板4は従来と同様に炭素鋼製の鍛造品である。この他、キャスク本体2等は、ステンレス鋼材にて形成することもできる。キャスク本体2は、円筒状の胴本体5と、この胴本体5の外周全体を覆う外筒6にて構成されている。この胴本体5の内部には、使用済み核燃料を収容する複数の角パイプ8を束状に集合して構成されたバスケット9が設けられている。この角パイプ8は、従来と同様に、その内部に挿入した使用済み核燃料集合体が臨界に達しないように中性子吸収材（ホウ素：B）を混合したアルミニウム合金から形成されている。

【0029】また、図4に示すように、胴本体5と外筒6との間には、伝熱体としての複数の伝熱フィン10がほぼ一定間隔で設けられている。これら複数の伝熱フィン10は、熱伝導率の高い銅系材にて形成されるもので、胴本体5に溶接にて固定されると共に、外筒6に溶接することにより、胴本体5からの熱を外筒6に伝導する。

【0030】ここで、胴本体5、外筒6、および各伝熱フィン10にて区画される複数の空間部11には、図4、8に示すように、構造体12と、中性子遮蔽体としてのレジン13が配置されている。このうち、構造体12は、図8に示すように、レジン13の膨張代を確保するためのもので、その横断面形状を、複数の正六角形のセル12aを組み合わせたハニカム形状として構成されている。この構造体12は、各空間部11の幅（周方向の寸法）に対応した幅W1と、レジン13の膨張代に対応する奥行き（径方向の寸法）D1にて形成されており、胴本体5に密着する位置に配置されている。また、レジン13は、空間部11のうち、構造体12を除いた全ての部分に配置されている。ただし、中性子遮蔽体としては、他の材料を用いることもできる。

【0031】つぎに、構造体12の材質および形状等についてさらに詳細に説明する。この構造体12は、レジン13の膨張代を確保するための任意の材質および形状にて形成することができる。より具体的には、レジン13を casting 際の当該レジン13による押圧力（液圧）に抗して所定の膨張代を確保し得る強度を備え、かつ、レジン13が熱膨張した際にはこの膨張力に屈して当該レジン13の膨張を許容し得る強度を備える、全ての材質および形状にて形成することができる。

【0032】したがって、形状については、単なる中空筒状に形成されてもよく、あるいは複数の方形からなる多孔状に形成してもよい。また、材質については、炭素鋼やステンレス鋼等の鉄系材、非鉄鋼材、あるいは硬質樹脂等にて形成してもよい。また、空間部11における構造体12の配置位置は、図示の如き胴本体5に隣接する位置の他、外筒6に隣接する位置や、あるいは径方向

における中央位置に配置してもよく、胴本体 5 や外筒 6 との間に隙間を生じさせることも可能である。

【0033】しかしながら、構造体 12 は、図示のように正六角形のセル 12a を組み合わせたハニカム構造とすることが好ましい。この場合には、径方向の押圧力に対する剛性を高めることができるため、構造体 12 を最小限の奥行き D1 にて形成すると共に、最も薄厚に形成することができるため、キャスク 1 の重量を低減することができる。

【0034】また、構造体 12 は、熱伝導率の高い材質にて形成することが好ましい。この場合には、構造体 12 を介して、胴本体 5 から外筒 6 への熱伝導を促進することができる。そして、このように構造体 12 によって熱伝導を行なう場合には、たとえば、伝熱フィン 10 の数を従来よりも低減することにより、キャスク 1 の軽量化を図ることができる。なお、この熱伝導性を向上させるためには、構造体 12 は、胴本体 5 や外筒 6 に対して直接的に接触するように配置されることが好ましく、特に、面接触にて接触することが好ましい。

【0035】さらに、構造体 12 は、上述のように熱伝導率が高いことに加えて、軽量な材質を用いることが好ましい。このような材質としては、Al 系の金属 (Al 地金、Al-Si 系、Al-Mg 系、Al-Mg-Si 系、Al-Cu 系等) や、FRP (Fiberglass Reinforced Plastics、繊維強化プラスチック)、繊維の中でも伝熱性および耐熱性に優れた炭素繊維 (フェルト等) を基材として用いた CFRP (Carbon Fiberglass Reinforced Plastics、炭素繊維強化プラスチック) を挙げることができる。この CFRP の補強体のマトリックスとなる樹脂としては、不飽和ポリエステル、エポキシ、ジアリルフタレートや、ポリイミドやポリアミドイミド等の耐熱性プラスチックを使用することができる。

【0036】このように、構造体 12 を、Al 系の金属や CFRP にて形成し、あるいは Al 系の金属と CFRP を複合的に用いて形成した場合には、構造体 12 を高熱伝導率で軽量かつ高強度にすることができるので、キャスク全体の放熱性を向上させることができると共に、軽量化を図ることができる。特に、CFRP を用いて構造体 12 を形成した場合には、その樹脂成分に含まれる水素によって中性子の減速作用を得ることができる。

【0037】このような構造体 12 を用いたキャスク 1 の製造は以下のように行われる。まず、胴本体 5 と外筒 6 をそれぞれ形成する。そして、胴本体 5 の外周面に、複数の伝熱フィン 10 を溶接にて固定する。また、別工程において、Al 系合金や CFRP をプレス加工およびろう付け等することによって構造体 12 を形成する。そして、この構造体 12 を胴本体 5 の外周面に貼り合わせる。その後、胴本体 5 に外筒 6 を被せる。なお、構造体 12 の貼り合わせは、胴本体 5 に外筒 6 を被せた後に行なうことも可能である。

【0038】その後、空間部 11 のうち、構造体 12 の配置されていない部分に、各スペース内にレジン 13 を鋳込み、このレジン 13 を固化させる。この時、レジン 13 が構造体 12 のセル 12a の内部にも入り込んでしまう可能性がある場合には、これを防止するため、構造体 12 の端部を予め封止しておくことが好ましい。この状態を図 7 に示す。この図 7 において、構造体 12 の上端部には、金属製または樹脂製の蓋部 14 が載置されており、構造体 12 へのレジン 13 の流入が防止されている。

【0039】つぎに、構造体 12 の長手形状等について説明する。図 1~3 に示すように、キャスク本体 2 には、上部に 4 つ、下部に 2 つの、吊り具としてのトランニオン 15 が設けられている。そして、このトランニオン 15 を介して、キャスク搬送時の吊り上げや固定が行なわれる。これら各トランニオン 15 は、図 5、6 に示すように、その基部 15a を胴本体 5 と外筒 6 の間に配置した状態で固定されている。ここで、レジン 13 および構造体 12 は、面取り部 1a を除いた箇所であって、トランニオン 15 の基部 15a に干渉しない全ての位置に配置されている。

【0040】すなわち、構造体 12 は、基本的にはキャスク 1 の長手寸法に対応する長手形状に形成されているが、これら面取り部 1a または基部 15a に対応する下側部分は切断されている。したがって、これら面取り部 1a または基部 15a に干渉することなく、構造体 12 を配置することができる (なお、図 5、6 の断面において、実際には伝熱フィン 10 に対応する位置には構造体 12 が配置されておらず、構造体 12 が断続的に配置される。ただし、図 5、6 においては図示簡略化のため、構造体 12 を連続的に示す。図 10、11 において同様である)。なお、構造体 12 は、必ずしもキャスク 1 の長手寸法に対応する長手形状に形成される必要はなく、複数の構造体 12 を、キャスク 1 の長手寸法に積み上げてよい。

【0041】(実施の形態 2) 図 9 は実施の形態 2 にかかる図 4 に対応する断面図、図 10 は図 5 に対応する断面図、図 11 は図 6 に対応する断面図、図 12 はレジン鋳込み前の図 9 の要部拡大図、図 13 はレジン鋳込み後の図 9 の要部拡大図である。なお、特に説明なき構成は上述した実施の形態 1 と同じであり、同じ構成を同符号にて示す。本実施の形態は概略的に、空間部の全面に構造体を配置したキャスクおよびキャスクの製造方法にかかるものである。

【0042】これら各図に示すように、各空間部 11 には、構造体 20 が配置されている。この構造体 20 は、図 13 に示すように、当該空間部 11 に対応する幅 W1 および奥行き D2 (> D1) にて形成されており、その内面を胴本体 5 の外周面 5a に面接触させると共に、その外面を外筒 6 の内周面 6a に面接触させている。した

がって、胴本体 5 の熱が構造体 20 を介して直接的に外筒 6 に伝導される。このように、伝熱フィン 10 による伝導に加えて、構造体 20 による伝導を行なうことにより、キャスク全体の放熱性を一層高めることができる。また、構造体 20 の奥行き D2 が増えることによって、キャスク全体の剛性が向上すると共に、CFRP による中性子遮蔽機能が向上する。

【0043】このように形成された構造体 20 のうち、胴本体 5 に隣接するセル 20a を除いたセル 20b には、レジン 21 が鋳込まれている。したがって、胴本体 5 に隣接するセル 20a は、上述の実施の形態 1 の構造体と同様にレジン 21 の膨張代を確保するものとして機能し、他のセル 20b は、レジン 21 と略一体となって、上述の熱伝導や中性子遮蔽等を行なう。

【0044】このように、空間部 11 の全域に構造体 20 を配置する一方、この構造体 20 の一部のセルにのみレジン 21 を鋳込むことによって、レジン 21 の膨張代を形成してもよい。ただし、この場合に、レジン 21 を鋳込まないセルは、胴本体 5 に隣接するセル 20a には限定されず、外筒 6 に隣接するセルや、径方向の中央位置のセルであってもよい。すなわち、膨張代は、外筒 6 の近傍位置や、径方向の中央位置に設けてもよい。これらレジン 21 および構造体 20 は、図 9～11 に示すように、上述の実施の形態 1 と同様に、面取り部 1a を除いた箇所であって、トランシオン 15 の基部 15a に干渉しない全ての位置に配置されている。

【0045】このような構造体 20 を用いたキャスクの製造は、基本的には、上述の実施の形態 1 と同様に行なうことができる。すなわち、胴本体 5 と外筒 6 をそれぞれ形成し、胴本体 5 に伝熱フィン 10 を溶接にて固定し、また、別工程において構造体 20 を形成する。この時、構造体 20 は、空間部 11 に対応する幅 W1 および奥行き D2 よりも、若干大きな幅および若干大きな奥行きにて形成される。そして、胴本体 5 に外筒 6 を被せた後、その上方または下方から、空間部 11 に対して構造体 20 を圧入する。この時の圧力によって、構造体 20 は、弾性変形して幅 W1 および奥行き D2 となり、胴本体 5 と外筒 6 に接触した状態で空間部 11 に配置される。

【0046】その後、構造体 20 のセル 20b にレジン 21 を鋳込み、このレジン 21 を固化させる。この時、レジン 21 がセル 20a に入り込むことを防止するため、構造体 20 の端部を予め封止しておくことが好ましい。この状態を図 12 に示す。この図 12 において、構造体 20 のセルのうち、胴本体 5 に隣接するセル 20a の上端部は、蓋部 14 にて封止されてレジン 21 の流入が防止されている。

【0047】（実施の形態 3）図 14 は実施の形態 3 にかかる構造体周辺の拡大斜視図、図 15 は図 14 の構造体の第 2 の構造体周辺の拡大斜視図である。なお、特に

説明なき構成は上述した実施の形態 2 と同じであり、同じ構成を同符号にて示す。本実施の形態は概略的に、第 1 の構造体と第 2 の構造体を異なる方向に配置したキャスクおよびキャスクの製造方法にかかるものである。

【0048】図 14 において、胴本体 5 と外筒 6 との間には、第 1 の構造体 30A と第 2 の構造体 30B とが配置されている。第 1 の構造体 30A は、胴本体 5 に接するように配置されて、その内部に図示しないレジンを入力されるもので、実施の形態 2 の構造体 20 と同様に、そのハニカム構造がキャスクの長手方向に沿うように配置されている。一方、第 2 の構造体 30B は、外筒 6 に接するように配置されるもので、図 15 に示すように、そのハニカム構造を構成するセル 30a の壁部がキャスクの径方向に沿うように配置されており、レジンを入力されることなく、このレジンの膨張空間部を形成する。このように、構造体としては、複数の構造体を組み合わせて構成することもでき、また、ハニカム構造がキャスクの径方向に沿うように配置することもできる。

【0049】また、図 15 に示すように、第 2 の構造体 30B の側面の全面は、蓋部 31 にて封止されて、第 1 の構造体 30A へのレジン注入時に、このレジンが第 2 の構造体 30B に流入することが防止されている。そして、レジン注入後、このレジンが膨張した際の圧力によって、蓋部 31 が破られ、このレジンが第 2 の構造体 30B に侵入することができる。すなわち、第 2 の構造体 30B は、レジンの膨張空間部を形成する。このように第 2 の構造体 30B を形成した場合には、蓋部 31 を広面のシート状に形成して第 2 の構造体 30B の側面全面に貼付等しておけばよく、実施の形態 1、2 のように構造体の上面の一部のみを封止する場合に比べて、蓋部 31 の形成が容易である。

【0050】さて、これまで説明した構成以外にも、構造体を用いて種々の有用な構造を構成することができる。例えば、熱伝導性のある構造体を、胴本体と外筒との間の全域に充填するようにしてもよい。この場合の構造体としては、ハニカム構造、パンチングメタル板、メッシュ状等のアルミ材が重量軽減面および熱伝導面から最適であるが、銅材またはその他の良熱伝導性材でもよい。鋼（銅本体）と銅あるいはアルミ（フィン）のような異種材溶接はその溶接が技術的に困難であったが、構造体を充填すれば、フィン数そのものの削減が行ない得、コスト削減効果がある。すなわち、胴本体と外筒との間隔を保つのに最低限の数のフィンのみを設け、フィン、胴本体外周、外筒内周とで囲まれる全域に熱伝導性の構造体を充填する。この場合に、構造体は、胴本体熱の放熱機能およびレジン熱の放熱機能を有する。

【0051】

【発明の効果】以上、説明したように、この発明にかかるキャスク（請求項 1）によれば、胴本体、外筒、および各伝熱体にて区画された空間部には、中性子を遮蔽す

る中性子遮蔽体と、この中性子遮蔽体の少なくとも一側に並設された構造体を備えたので、従来に比べて、膨張代を容易に形成することができ、キャスクの製造コストを低減することができる。

【0052】また、この発明にかかるキャスク（請求項2）によれば、構造体を中性子遮蔽体の膨張空間よりも広面に形成し、この空間部保持体の一部に中性子遮蔽体を配置したことにより、広面に形成した構造体によって熱伝導等を行なうことができ、構造体の機能として、膨張空間を形成する以外の付加価値を設けることができる。

【0053】また、この発明にかかるキャスク（請求項3）によれば、構造体を熱伝導性のある材質にて形成し、この構造体を胴本体と外筒との全域に配置したので、胴本体と外筒とを固定するフィンを必要最小限とした状態で、胴本体熱の放熱とレジン熱の放熱とを構造体を介して行なうことができる。

【0054】また、この発明にかかるキャスク（請求項4）によれば、構造体を、胴本体と外筒に対して接触させたことにより、この構造体を介して胴本体と外筒との間の熱伝導を促進することができ、キャスク全体の放熱性が向上する。

【0055】また、この発明にかかるキャスク（請求項5）によれば、構造体を、ハニカム構造としたので、構造体を軽量かつ高剛性にすることができる。

【0056】また、この発明にかかるキャスク（請求項6）によれば、構造体を、アルミニウム系材、炭素繊維強化プラスチック、または、これらの複合材にて形成したので、軽量かつ高熱伝導率の構造体を形成することができ、キャスク全体の軽量化や放熱性の向上を図ることができる。特に、CFRPのカーボン成分に含まれる水素によって中性子の減速作用を得ることができる。

【0057】また、この発明にかかるキャスクの製造方法（請求項7）によれば、伝熱体を所定間隔で固定する第1の工程と、構造体を配置する第2の工程と、胴本体の外周を円筒状の外筒にて覆う第3の工程と、中性子遮蔽体を配置する第4の工程とを備えたので、伝熱体を胴本体に固定した後、外筒を胴本体に被せる前後いずれかの時点において空間部に構造体を配置することにより、容易に膨張空間を形成することができる。

【0058】また、この発明にかかるキャスクの製造方法（請求項8）によれば、構造体は、胴本体、外筒、および各伝熱体にて区画された空間部に略対応する形状に形成され、上記第4の工程において、構造体の端面の全部または一部を封止した後、当該構造体に中性子遮蔽体を配置するので、構造体に中性子遮蔽体が流入することを容易に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1にかかるキャスクの構

成を示す正面図である。

【図2】図1に示したキャスクの一部を破断した状態を示す斜視図である。

【図3】図1に示したキャスクの構成を示す縦断面図である。

【図4】図1に示したA-A矢視断面図である。

【図5】図1に示したB-B矢視断面図である。

【図6】図1に示したC-C矢視断面図である。

【図7】レジン casting 前の図4の内容を示す要部拡大図である。

【図8】レジン casting 後の図4の内容を示す要部拡大図である。

【図9】この発明の実施の形態2にかかる図4に対応するキャスクの構成を示す断面図である。

【図10】図5に対応するキャスクの構成を示す断面図である。

【図11】図6に対応するキャスクの構成を示す断面図である。

【図12】レジン casting 前の図9の内容を示す要部拡大図である。

【図13】レジン casting 後の図9の内容を示す要部拡大図である。

【図14】この発明の実施の形態3にかかる構造体周辺の拡大斜視図である。

【図15】図14の構造体の第2の構造体周辺の拡大斜視図である。

【図16】従来におけるキャスクの構成を示す正面図である。

【図17】図16に示したキャスクの長手中央付近における構成を示す径方向断面図である。

【符号の説明】

1、100 キャスク

1a 面取り部

2、101 キャスク本体

3、102 蓋部

4、103 底板

5、104 胴本体

6、105 外筒

8、109 角パイプ

9、110 バスケット

10、106 伝熱フィン

11、107 空間部

12、20 構造体

30A 第1の構造体

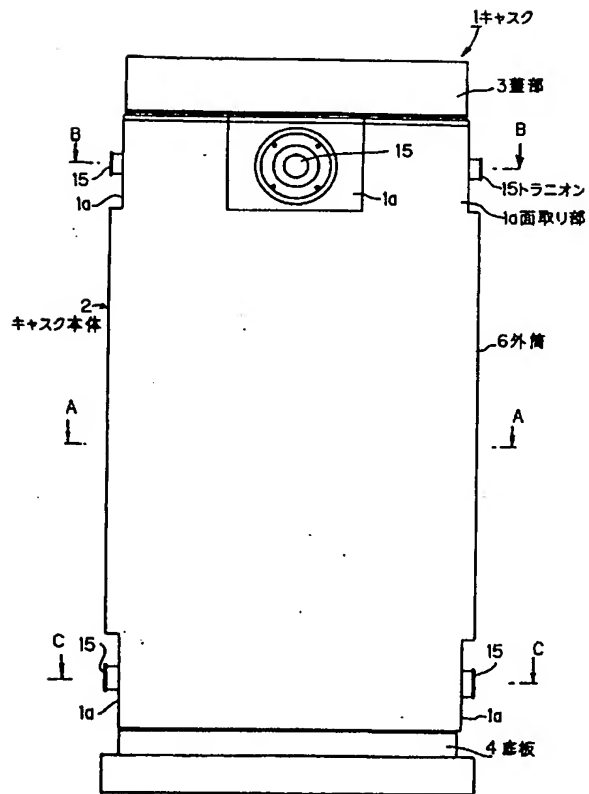
30B 第2の構造体

13、21、108 レジン

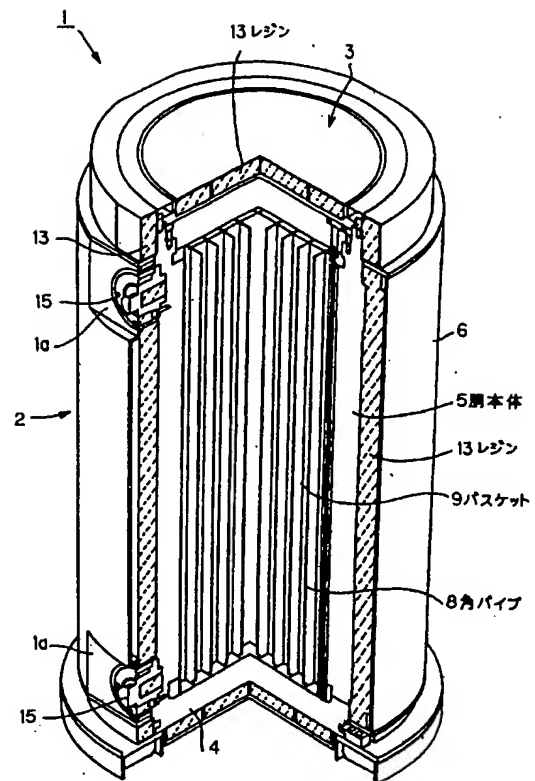
14、31 蓋部

15 トラニオン

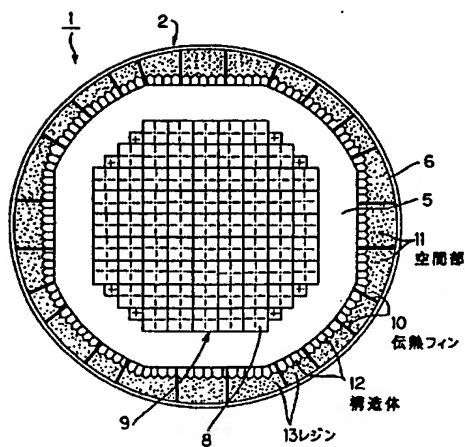
【図1】



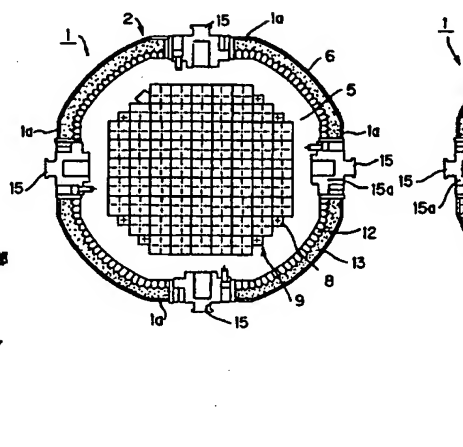
【図2】



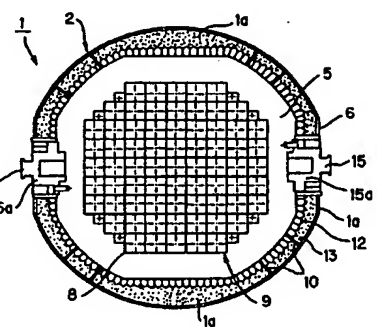
【図4】



【図5】

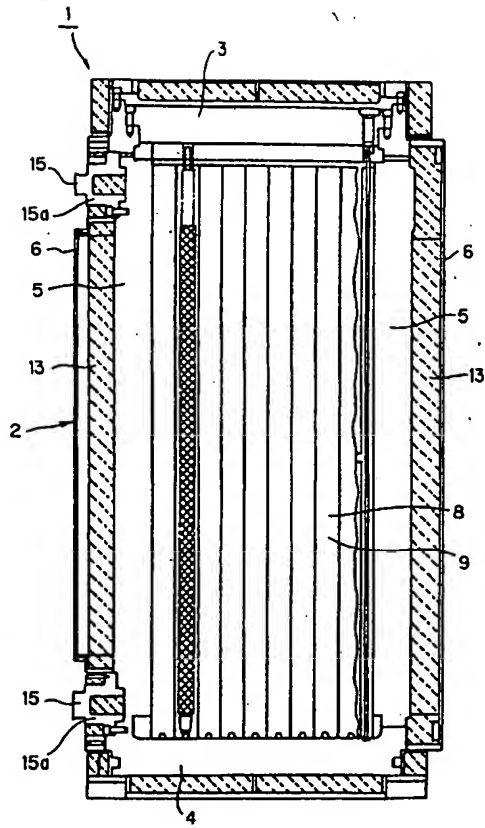


【図6】

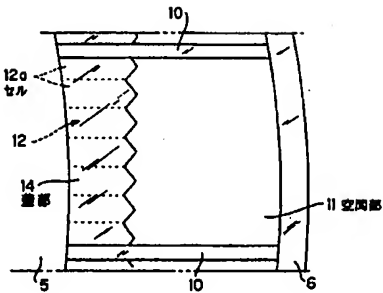


BEST AVAILABLE COPY

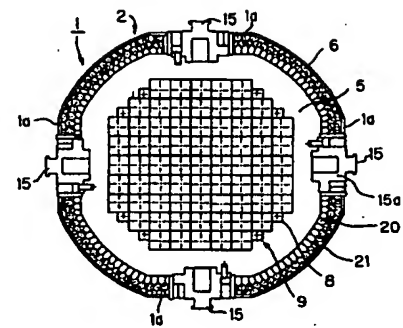
【図 3】



【図 7】

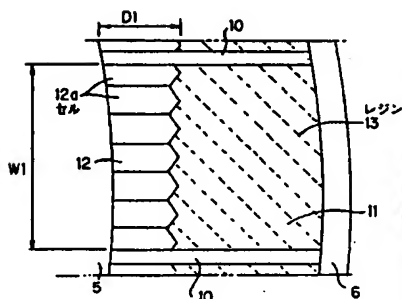


【図 10】

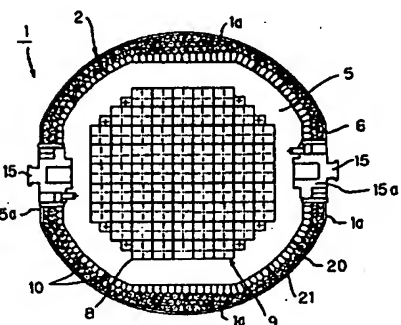
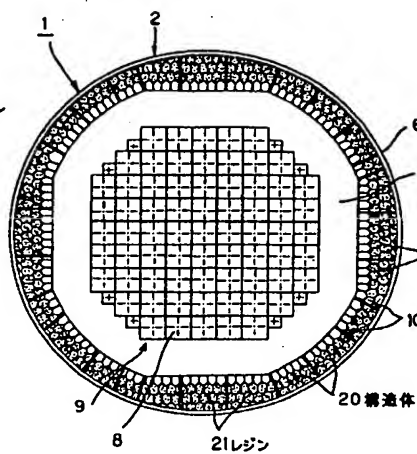


【図 11】

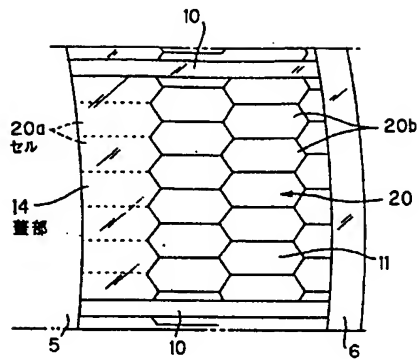
【図 8】



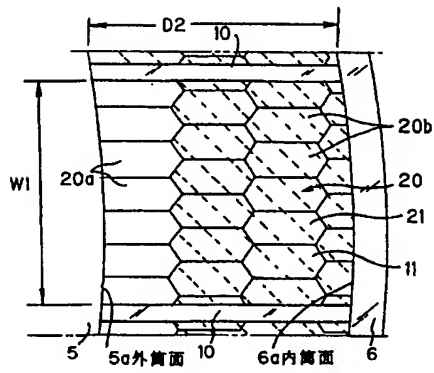
【図 9】



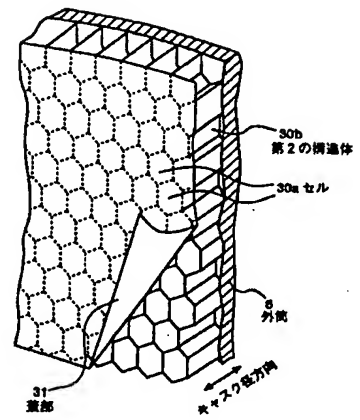
【図12】



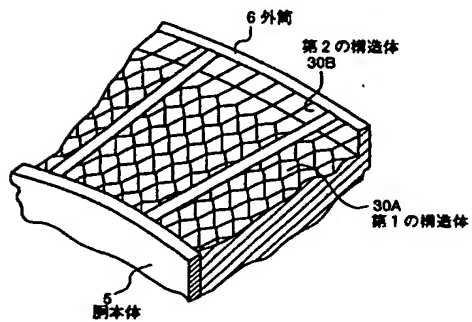
【図13】



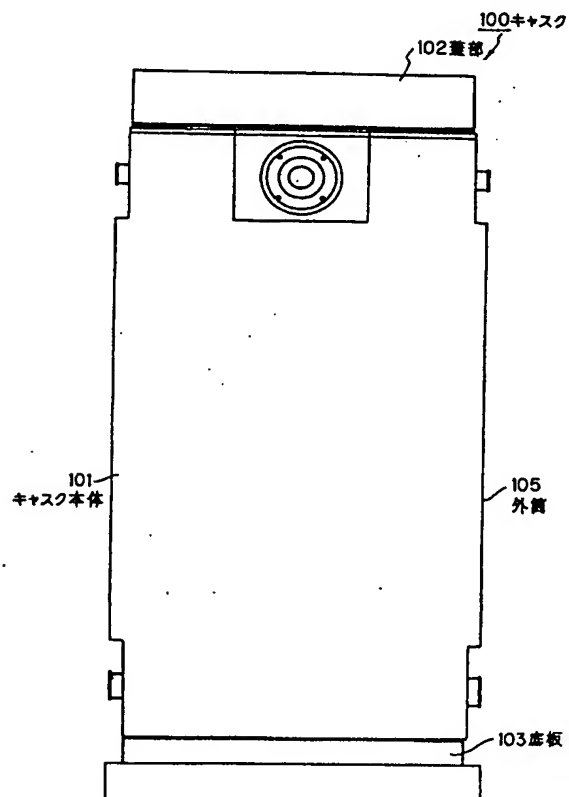
【図15】



【図14】



【図16】



100

101

111 膨張代

105

104 胴本体

108 レジン

106 伝熱フィン

110 バスケット

109 角パイプ

107 空間部

(72)発明者 伊藤 智博
兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号
三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 大亀 信二
神戸市兵庫区小松通五丁目 1 番16号 株式
会社神菱ハイテック内

This Page Blank (uspto)